

⑤

Int. CL 2:

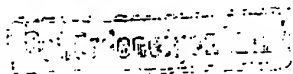
B 29 C 17-00

⑤ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT



DT 23 52 926 A1

⑪

Offenlegungsschrift 23 52 926

⑫

Aktenzeichen: P 23 52 926.2-16

⑬

Anmeldetag: 22. 10. 73

⑭

Offenlegungstag: 24. 4. 75

⑮

Unionspriorität:

⑮ ⑮ ⑮

⑯

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zum Erwärmen eines Werkstückes aus Kunststoff

⑰

Anmelder:

Heidenreich & Harbeck Zweigniederlassung der Gildemeister AG.
2000 Hamburg

⑱

Erfinder:

Rosenkranz, Otto; Siefert, Karl-Heinrich; 2000 Hamburg; Goos, Heinz,
2000 Schenefeld

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DT 23 52 926 A1

2352926

Patentanwältin
Dr. Ing. H. Heuerhoff
Dipl. Ing. H. Heuerhoff, Dipl. Ing. W. Schmitz
Dipl. Ing. G. Heuerhoff, Dipl. Ing. W. Heuerhoff
Bismarckstr. 10, D-20090 Hamburg 25
Telefon 538 0586

Heidenreich & Harbeck

Zweigniederlassung der Werkzeug-
maschinenfabrik Gildemeister & Co., AG

Bielefeld

2 Hamburg 33

Wiesendamm 30

12. Oktober 1973

Anwaltsakte M-2860

Verfahren und Vorrichtung zum Erwärmen eines Werkstückes aus Kunst- stoff

Es ist bekannt, Kunststoffe durch Infrarotstrahlung zu einer Weiter-
verformung zu erwärmen. Hierfür werden vorzugsweise Infrarotstrah-
ler benutzt, die bei großer Intensität sehr kurze Heizzeiten von
nur wenigen Sekunden zulassen. Infrarotstrahlung bietet den Vorteil,
nicht nur die Oberfläche des bestrahlten Kunststoffes zu erwärmen,
sondern durch die Oberfläche auch direkt die tieferen Schichten zu
erreichen. Die Strahlung wird überwiegend von dem sich der Strah-
lungsquelle am nächsten befindlichen Material absorbiert. Dies be-
wirkt bei intensiver Bestrahlung eine hohe Temperaturspitze an der
bestrahlten Oberfläche. Wegen der bekannt geringen Wärmeleitfähig-
keit der Kunststoffe findet der Temperatúrausgleich während der
kurzen Heizzeit bei Infrarotstrahlung innerhalb der Wand nur rela-

509817/1011

tiv langsam statt.

Insbesondere wenn Werkstücke mit großer Wanddicke entsprechend etwas länger erwärmt werden müssen, um die notwendige Energiemenge einzubringen, führt das häufig zu unerwünschten Veränderungen in der überhitzten Oberflächenschicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei dickwandigen Werkstücken aus Kunststoff, die zu einer nachfolgenden Verformung erwärmt werden sollen, eine Veränderung in der Oberflächenschicht durch unnötig hohe Erwärmung zu verhindern.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die der Strahlung ausgesetzte Oberfläche des Werkstückes während des Aufwärmvorganges gekühlt wird.

Durch gleichzeitige Kühlung während des Erwärmens treten keine hohen Temperaturspitzen in der Oberflächenschicht der Werkstückwand auf, die z.B. zu Kristallisation oder Bläschenbildung führen. Die Kühlung erfolgt vorzugsweise durch Anblasen des zu erwärmenden Werkstückes während der Bestrahlung durch ein gasförmiges Medium.

Die Temperaturverteilung beim Erwärmen ohne Kühlung ist in Fig. 1 und beim Erwärmen mit gleichzeitiger Kühlung in Fig. 2 dargestellt.

Wenn Thermoplaste zu in großen Mengen benötigten Produkten verarbeitet werden, ist es notwendig, die Eigenschaften des Werkstoffes

vollständig auszunutzen. Dies geschieht, indem bei geringstem Materialeinsatz der größtmögliche Gebrauchswert angestrebt wird. Bei den genannten Kunststoffen ergeben sich besondere Vorteile durch Orientierung des Materials. Die Verarbeitung erfolgt im thermoelastischen Formungsbereich der wesentlich unter dem thermoplastischen liegt (ca. 100°C gegenüber ca. 200°C). Zur Wiedererwärmung eignet sich die Infrarotstrahlung vorzüglich. Sie ermöglicht es, den Kunststoff nicht nur an der Oberfläche, sondern gleichzeitig über die ganze Tiefe in wenigen Sekunden zu erwärmen. Durch die Absorptionscharakteristik der Thermoplaste erfolgt in den der Strahlungsquelle zugewandten Oberflächenschichten eine stärkere Erwärmung. Es bildet sich ein aus Fig. 1 ersichtliches Temperaturprofil 1 aus, das durch die Strahlungstemperatur und die spezifischen Absorptionseigenschaften des Kunststoffes bestimmt wird. Je intensiver die Bestrahlung erfolgt, um so höher ist die Temperaturspitze bei 2. Abhängig von dem zu verarbeitenden Werkstoff kann dies eine ungewünschte Veränderung oder eine Schädigung der betroffenen Schicht bewirken, wie sie bei 5 und 6 in Fig. 1 dargestellt ist, da die Wärmeleitfähigkeit der Thermoplaste relativ klein ist und der Temperaturengleich innerhalb der Wand nicht sofort erreicht ist, sondern erst nach einiger Zeit erfolgt, wie aus den Kurven 1', 1'', 1''' ersichtlich ist. Insbesondere tritt diese Erscheinung bei relativ großen Waddicken ausgeprägt zutage, vorzugsweise bei mehr als 3 mm. Die Verbesserung der Werkstoffeigenschaften nimmt mit steigendem Rackgrad bei thermoelastischer Verarbeitung stark zu; z.B. ist bei gesättigtem Polyäthylenterephthalat (PET) und ähnlich sich verhal-

tenden Werkstoffen eine mehr als zehnfache Reckung möglich. Um insbesondere bei Druckbehältern bestimmte Eigenschaften zu erzielen, kann es notwendig sein, von mehr als 3 mm Wanddicke des Vorformlings auszugehen.

Wie bekannt, ist PET in amorphem und orientiertem Zustand glasklar. Durch die Kristallisation wird PET opak und spröde. Die Kristallisationsgeschwindigkeit erreicht bei Temperaturen um 150°C ihr Maximum. Bei der Erwärmung in den thermoelastischen Verarbeitungsreich durch Infrarotstrahlung können in Oberflächennähe die kritischen Temperaturen über so lange Zeit vorliegen, daß eine mindestens teilweise Kristallisation 5,6 an den ursprünglich amorphen Werkstücken eintritt. Dies hat die genannten Folgen und eine optimale Weiterverarbeitung durch Orientierung ist nicht mehr in dem gewünschten und sonst möglichen Maße gegeben.

Z.B. bei Polyvinylchlorid (PVC), Polyacrylnitril, Polystyrol (PS) und ähnlich sich bei der Verarbeitung verhaltenden Werkstoffen bewirkt die Überhitzung in der bestrahlten Oberflächenschicht ein Freiwerden von gelösten Stoffen und/oder durch chemische Veränderungen ein Freiwerden von Bestandteilen der Makromoleküle. Dies kann das Material schädigen und/oder zur Bildung von Gasblasen führen, die das Aussehen des herzustellenden Werkstückes verschlechtern.

Um die genannten Folgen der Temperaturspitze 2 in der bestrahlten Oberflächenschicht zu verhindern, werden die Spitzen erfindungsge-

maß durch Kühlung der Oberflächenschicht während der Erwärmung abgebaut. In Fig. 2 ist die Wärmestrahlung mit 7 und der Kühlstrom mit 8 bezeichnet. Die Temperaturspitze 4 des Temperaturprofils 3 ist nun erheblich verringert; die Ausgleichszeit bis zur annähernden Egalisierung des Temperaturprofils 3 ist ebenfalls geringer (Kurven 3', 3''). Folglich können sich auch die ungewünschten Veränderungen der Oberfläche nicht einstellen. Bei PET ist es auf diese Weise überhaupt erst möglich geworden, Halbzeuge größerer Wanddicke in wenigen Sekunden in den thermoelastischen Verarbeitungsbereich wiederzuerwärmen.

Die Anwendung der biaxialen Orientierung bei geblasenen Hohlkörpern erlangt zunehmende Bedeutung, da einen wirtschaftlichen Einsatz bei großen Stückzahlen erst die Verbesserung der Werkstoffeigenschaften zuläßt: höhere Festigkeit, geringere Gasdurchlässigkeit, und bessere Transparenz. Diese Eigenschaften sind hauptsächlich bei Druckflaschen, z.B. für kohlenensäurehaltige Getränke und Aerosole notwendig. Neuerdings wird hierfür als besonders geeigneter Thermoplast PET eingesetzt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind schematisch in den Fign. 3 bis 8 dargestellt und nachstehend erläutert.

Es wird von kalten Vorformlingen 9 mit geschlossenem Boden ausgegangen, die nach bekannten, unterschiedlichen Methoden hergestellt sein können. Zum Erwärmen befinden sich die Vorformlinge 9 in einer Heizungsanordnung, die aus einer Vielzahl von Infrarot-

strahlern 10 besteht, welche an einer oder mehreren Seiten angeordnet sind. Vorzugweise durchlaufen die Vorformlinge 9 die Heizungs-
vorrichtung bei gleichzeitiger Drehung um die eigene Achse. Eine
Kühleinrichtung 11 für jeden Vorformling ist an einem die Vorform-
linge haltenden Träger 12 befestigt, durch den die Vorformlinge an
den Strahlern 10 vorbeigeführt werden. Während des Heizens wer-
den die Vorformlinge von der relativ zur Drehbewegung der Vorform-
linge stillstehenden Kühleinrichtung 11 angeblasen.

In der Ausführungsform nach Fig. 4 erfolgt der Austritt des vor-
zugsweise gasförmigen auf den Vorformling gerichteten Kühlmittels
durch einen Spalt 13 in der rohrförmig ausgebildeten Kühleinrich-
tung 11.

In einer anderen Ausführungsform nach Fig. 5 kann der Austritt
des Kühlmediums durch eine Vielzahl von Löchern 14 erfolgen.

Soll die Erwärmung des Vorformlings in Längsrichtung gezielt un-
terschiedlich vorgenommen werden, so können nach Fig. 6 die Löcher
14 in Gruppen angeordnet sein, um die Intensität des Kühlmittel-
stromes ebenfalls gezielt unterschiedlich zu gestalten.

In einer weiteren nicht dargestellten Ausführungsform kann die Hei-
zungseinrichtung als Tunnel ausgeführt sein, den ein die Oberflä-
che der Vorformlinge kühlender Gasstrom durchfließt. Ferner läßt
sich die Kühlung auch so durchführen, daß ein sich elastisch an
den bestrahlten Vorformling anlegendes Kühlelement vorgesehen ist,

durch dessen Kontakt mit der Werkstückoberfläche während der Bestrahlung Wärme aus der Oberflächenschicht abgeleitet wird.

Um die Kühlwirkung des gasförmigen Mediums zu erhöhen, kann dieses mit einer Flüssigkeit angereichert sein.

Um zu verhindern, daß durch ungenaues Ausrichten des Kühlmittelstroms auf die Achse der einzelnen Vorformlinge keine gleichmäßige Anströmung und damit Kühlung erfolgt, kann das Ablasen so erfolgen, daß gemäß Fig. 7 der Luftstrom sich nach Verlassen der Kühleinrichtung 11 stark verbreitert oder gemäß Fig. 8 in einem Winkel α schräg ausgeblasen wird. Hierbei machen sich kleine Abweichungen in der Ausrichtung von Vorformling und Kühleinrichtung kaum bemerkbar.

22.10.73

- 8 -

2352926 9

Heidenreich & Harbeck

Zweigniederlassung der Werkzeug-

maschinenfabrik Gildemeister & Co., AG

Bielefeld

2 Hamburg 33

Wissendamm 3c

22. Oktober 1973

Anwaltsakte M-2860

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erwärmen eines Werkstückes aus Kunststoff, insbesondere eines Thermoplasts, durch Infrarotstrahlung, dadurch gekennzeichnet, daß die der Strahlung ausgesetzte Oberfläche des Werkstückes während des Aufwärmvorganges gekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung durch ein gasförmiges Medium erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das gasförmige Medium zur Erhöhung der Wärmeableitung mit einer Flüssigkeit angereichert bzw. mit kleinen Tröpfchen vermischt wird.
4. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, da-

- 9 -

509817/1011

22.10.73

2352926

AL

- 3 -

durch gekennzeichnet, daß das Werkstück ein Vorformling ist, der zu einem flaschenartigen Hohlkörper aufgeweitet werden soll.

5. Vorformling nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der thermoplastische Vorformling aus Polyäthylenterephthalat besteht.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Erwärmen eines Vorformlings, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorformling drehbar angeordnet ist und während von einer Heizung des Erwärmens seine/bestrahlte Oberfläche gekühlt wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der um die eigene Achse drehbare Vorformling an den Strahlern vorbeibewegt und von einer mitlaufenden Kühleinrichtung angeblasen wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Austritt des gasförmigen Kühlmediums durch einen Spalt erfolgt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Austritt des gasförmigen Kühlmediums durch eine Vielzahl von Löchern erfolgt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizung als Tunnel ausgebildet ist, durch den das kühlende, gasförmige Medium strömt.

- 1 -

509817/1011

BAD ORIGINAL

22.10.73

2352926

A-1

- 1 -

11. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein sich elastisch an das Werkstück anlegendes Kühlelement vorgesehen ist, von dem während der Bestrahlung Wärme aus der bestrahlten Oberflächenschicht abgeleitet wird.

509817/1011

BAD ORIGINAL

AA
Leerseite

13.

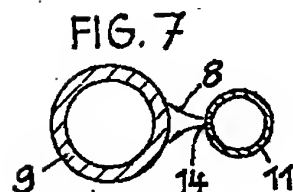
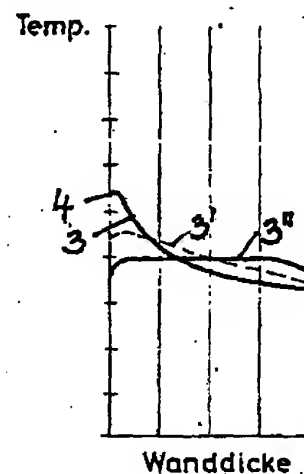
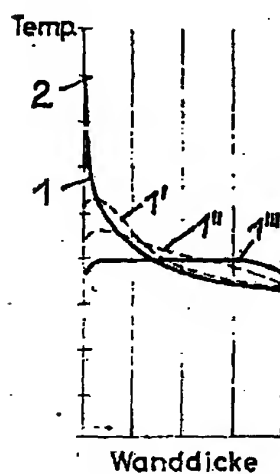
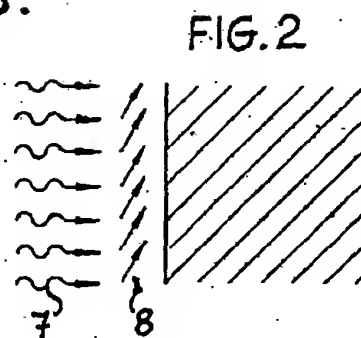
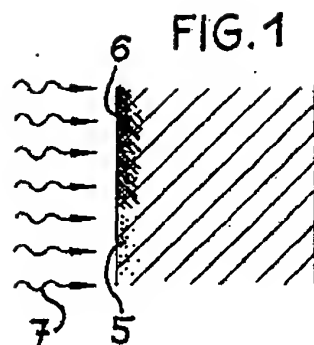
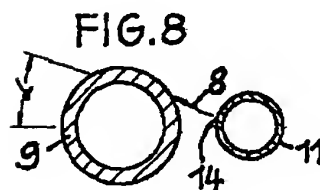
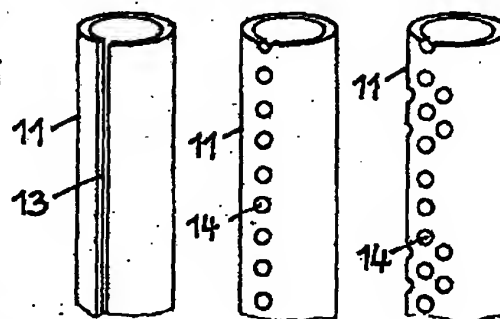


FIG. 4 FIG. 5 FIG. 6



509817/1011

·R·

FIG.3

